

Manual de
Laboratorios
Universidad Don Bosco

MOTORES DE COMBUSTION INTERNA I



Tema: BOMBAS DE INYECCION DIESEL E INYECTORES.**Contenidos**

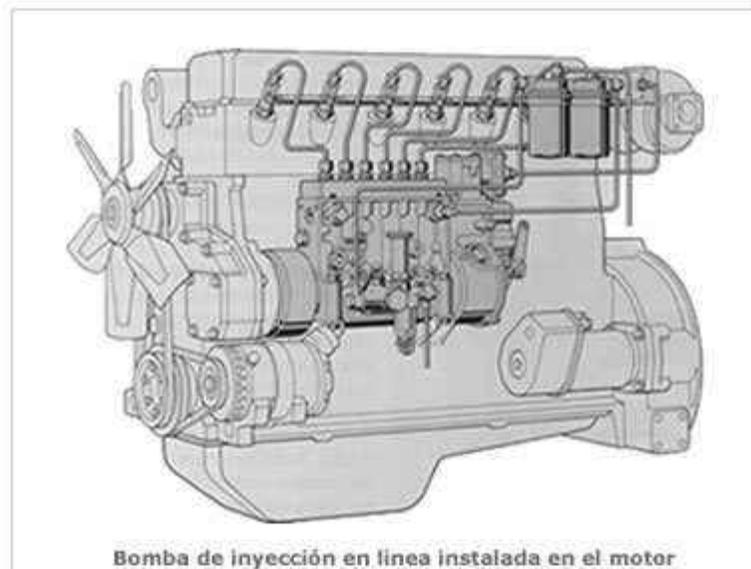
El Motor encendido por compresión, Analisis de Bombas e Inyectores.

Objetivos

- Analizar las partes que forman el sistema de alimentación de un Motor Diesel, con énfasis en pruebas de inyectores y bujías incandescentes.

Marco Teórico**Bomba de inyección en línea**

Este tipo de bomba ideada por Robert Bosch a principios del siglo XX ha sido la mas utilizada por no decir la única que funcionaba sobre todo en vehículos pesados, incluso se uso en turismos hasta la década de los 60 pero se vio sustituida por las bombas rotativas mas pequeñas y mas aptas para motores rápidos. Este tipo de bombas es de constitución muy robusta y de una fiabilidad mecánica contrastada, sus inconvenientes son su tamaño, peso y que están limitadas a un numero de revoluciones que las hacen aptas para vehículos pesados pero no para turismos. La bomba en línea esta constituida por tantos elementos de bombeo, colocados en línea, como cilindros tenga el motor. En su conjunto incluye además de los elementos de bombeo, un regulador de velocidad que puede ser centrifugo, neumático o hidráulico; un variador de avance automático de inyección acoplado al sistema de arrastre de la bomba.



Bomba de inyección en línea instalada en el motor

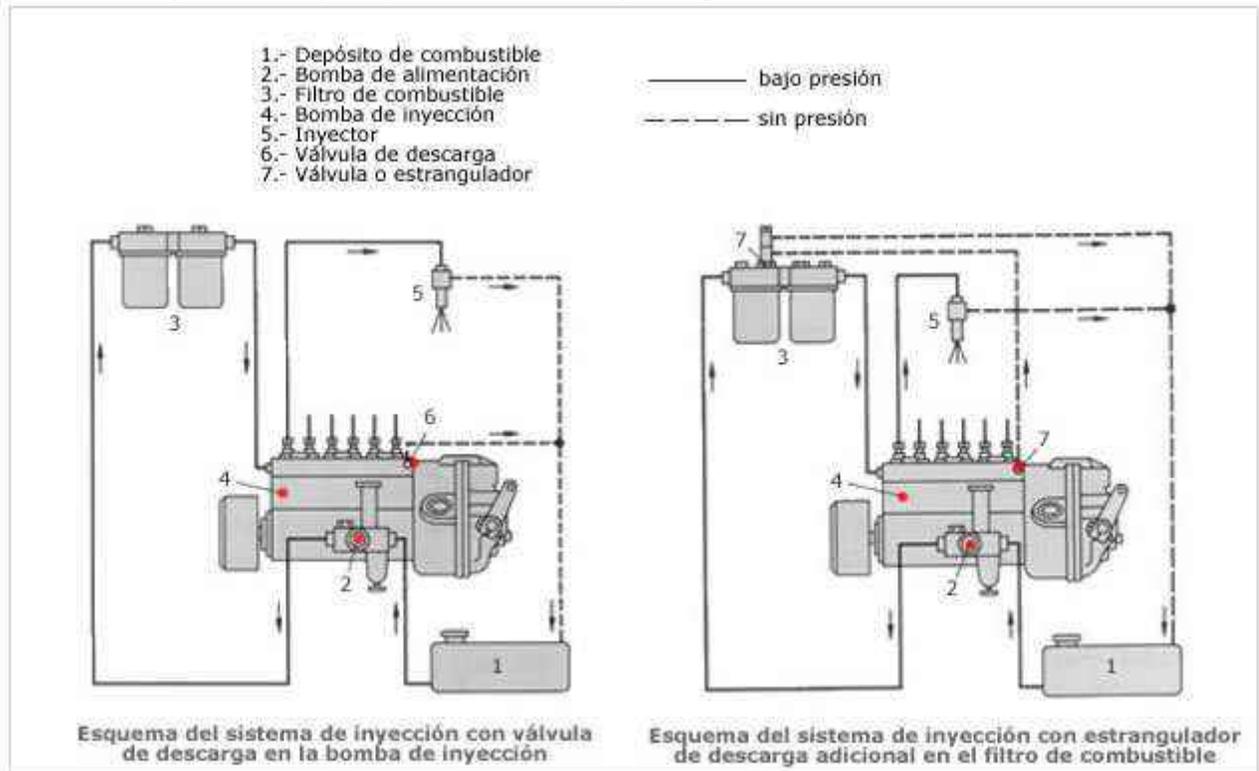
Circuito de combustible

La bomba de inyección se acompaña de un circuito de alimentación que le suministra combustible (figura inferior). Este circuito tiene un depósito de combustible (1) que esta compuesto de una boca de llenado, de un tamiz de tela metálica, que impide la entrada al depósito de grandes impurezas que pueda contener el combustible. El tapón de llenado va provisto de un orificio de puesta en atmósfera del depósito.

La bomba de alimentación aspira el combustible del depósito y lo bombea hacia la bomba de inyección a una presión conveniente, que oscila entre 1 y 2 bar. El sobrante de este combustible tiene salida a través de la válvula de descarga situada en la bomba de inyección y también puede estar en el filtro, retornando al depósito. Esta válvula de descarga controla la presión del combustible en el circuito.

En vehículos donde la distancia y la altura del deposito con respecto a la bomba de inyección estén muy alejados, se instala una bomba de alimentación (2), normalmente esta bomba se encuentra acoplada a la bomba de inyección. Según las condiciones de funcionamiento del motor y de sus características constructivas, se requieren distintos sistemas de alimentación de la bomba de inyección, como se ve en la figura inferior.

Si el filtro de combustible esta en las proximidades inmediatas del motor, pueden formarse burbujas de gas dentro del sistema de tuberías. Para evitar esto resulta necesario "barrer" la cámara de admisión de la bomba de inyección. Esto se consigue instalando una válvula de descarga (6) en la cámara de admisión de la bomba de inyección. En este sistema de tuberías, el combustible sobrante vuelve al deposito de combustible a través de la válvula de descarga y de la tubería de retorno. Si en el vano del motor hay una temperatura ambiente elevada, puede utilizarse un circuito de alimentación como el representado en la figura inferior derecha. En este circuito el filtro de combustible va instalada una válvula de descarga (7) a través de la cual una parte del combustible retorna al deposito del mismo durante el funcionamiento, arrastrando eventuales burbujas de gas o vapor. Las burbujas de gas que se forman en la cámara de admisión de la bomba de inyección son evacuadas por el combustible a través de la tubería de retorno. El barrido continuo de la cámara de admisión refrigera la bomba de inyección e impide que se formen burbujas de gas.

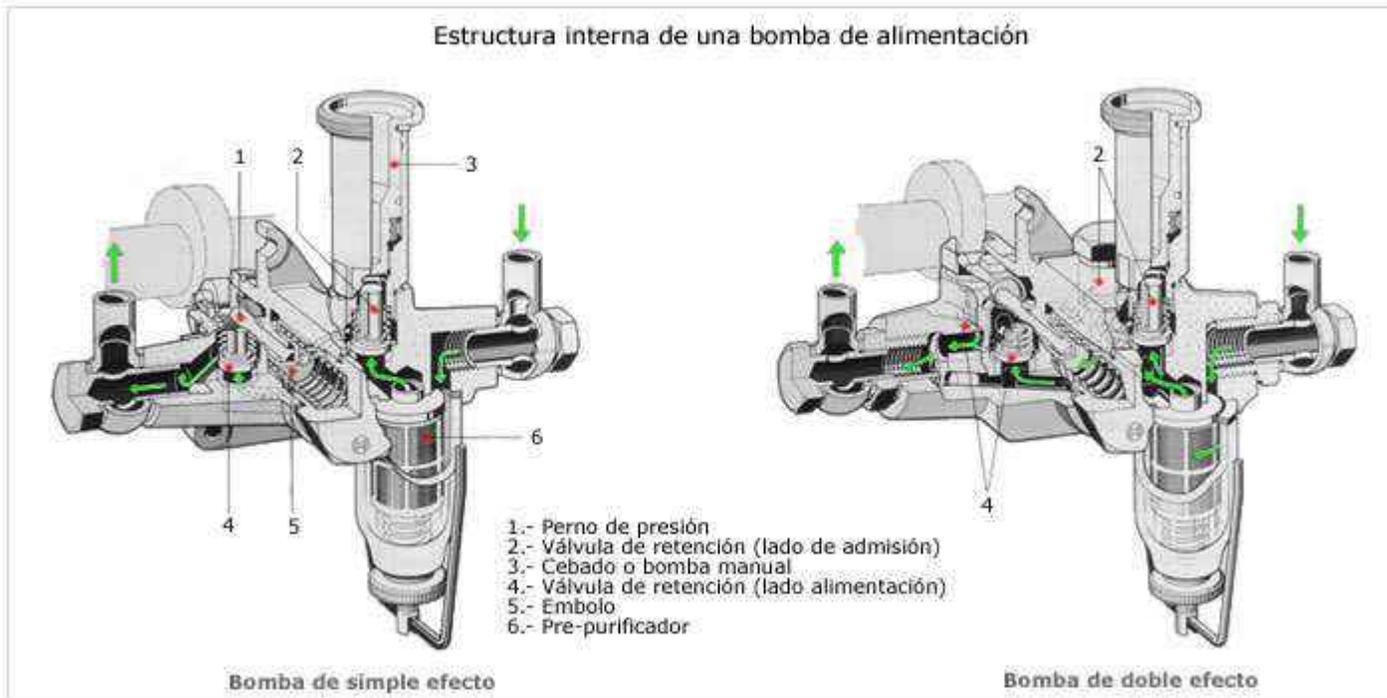


Bombas de alimentación

Sirve para aspirar combustible del depósito y suministrarlo a presión a la cámara de admisión de la bomba de inyección a través de un filtro de combustible. El combustible tiene que llegar a la cámara de admisión de la bomba de inyección con una presión de aprox., 1 bar para garantizar el llenado de la cámara de admisión. Esta presión se puede conseguir utilizando un depósito de combustible instalado por encima de la bomba de inyección (depósito de gravedad), o bien recurriendo a una bomba de alimentación. Es este último caso, el depósito de combustible puede instalarse por debajo y (o) alejado de la bomba de inyección.

La bomba de alimentación es una bomba mecánica de émbolo fijada generalmente a la bomba de inyección. Esta bomba de alimentación es accionada por el árbol de levas de la bomba de inyección. Además la bomba puede venir equipada con un cebador o bomba manual que sirve para llenar y purgar el lado de admisión del sistema de inyección para la puesta en servicio o tras efectuar operaciones de mantenimiento.

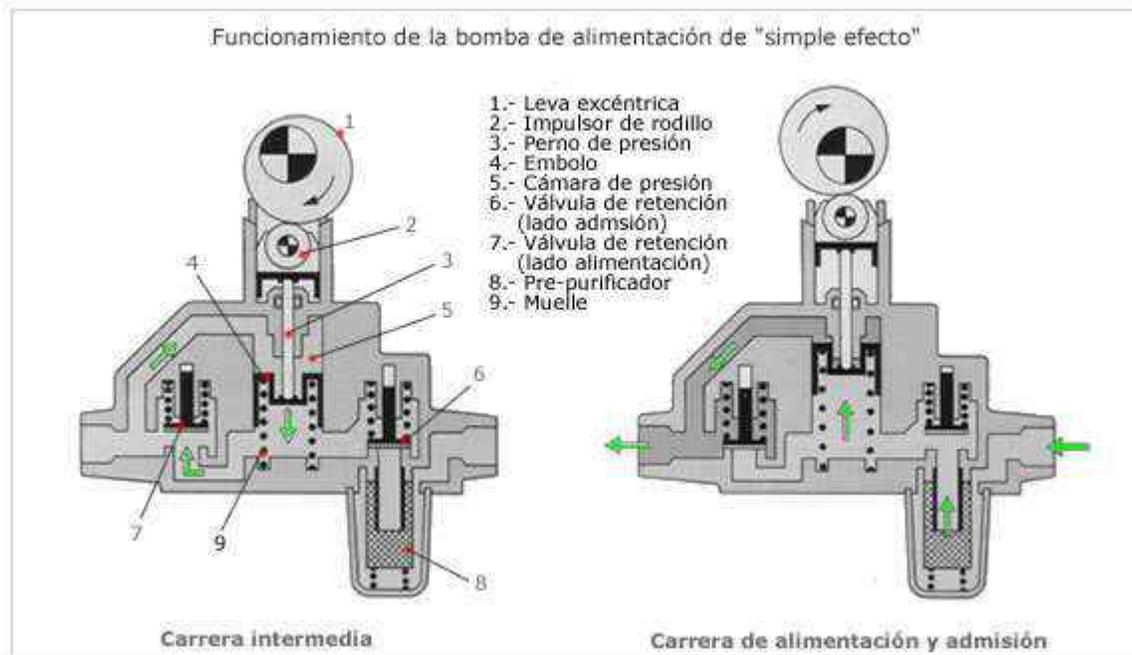
Existen bombas de alimentación de simple y de doble efecto. Según el tamaño de la bomba se acoplan en la misma una o dos bombas de alimentación.



- **Bomba de alimentación de simple efecto**

Esta bomba está constituida de dos cámaras separadas por un émbolo móvil (4). El émbolo es empujado por una leva excéntrica (1) a través del impulsor de rodillo (2) y un perno de presión (3). Durante la carrera intermedia, el combustible se introduce en la cámara de presión (5) a través de la válvula de retención (7) instalada en el lado de alimentación. Durante la carrera de admisión y alimentación, el combustible es impulsado desde la cámara de presión hacia la bomba de inyección por el émbolo que retrocede por efecto de la fuerza del muelle (9). Al mismo tiempo, la bomba de alimentación aspira también combustible desde el depósito del mismo, haciéndolo pasar por un pre-purificador (8) y por la válvula de retención del lado de admisión (6).

Si la presión en la tubería de alimentación sobrepasa un determinado valor, la fuerza del muelle del émbolo (9) deja de ser suficiente para que se realice una carrera de trabajo completa. Con esto se reduce el caudal de alimentación, pudiendo llegar a hacerse cero si la presión sigue aumentando. De este modo, la bomba de alimentación protege el filtro de combustible contra presiones excesivas.



- **Bomba de alimentación de doble efecto**

Esta bomba cuenta con dos válvulas de retención adicionales que convierten la cámara de admisión y la cámara de presión de la bomba de alimentación de simple efecto, en una cámara de admisión y de presión combinadas, es decir al mismo tiempo que hace la admisión, hace también la alimentación. La bomba no realiza carrera intermedia. A cada carrera de la bomba de alimentación de doble efecto, el combustible es aspirado a una cámara, siendo impulsado simultáneamente desde la otra cámara hacia la bomba de inyección. Por lo tanto, cada carrera es al mismo tiempo de alimentación y de admisión. Al contrario de lo que ocurre en la bomba de simple efecto, el caudal de alimentación nunca puede hacerse cero. Por lo tanto, en la tubería de impulsión o en el filtro de combustible tiene que preverse una válvula de descarga a través de la cual pueda retornar el depósito el exceso de combustible bombeado.

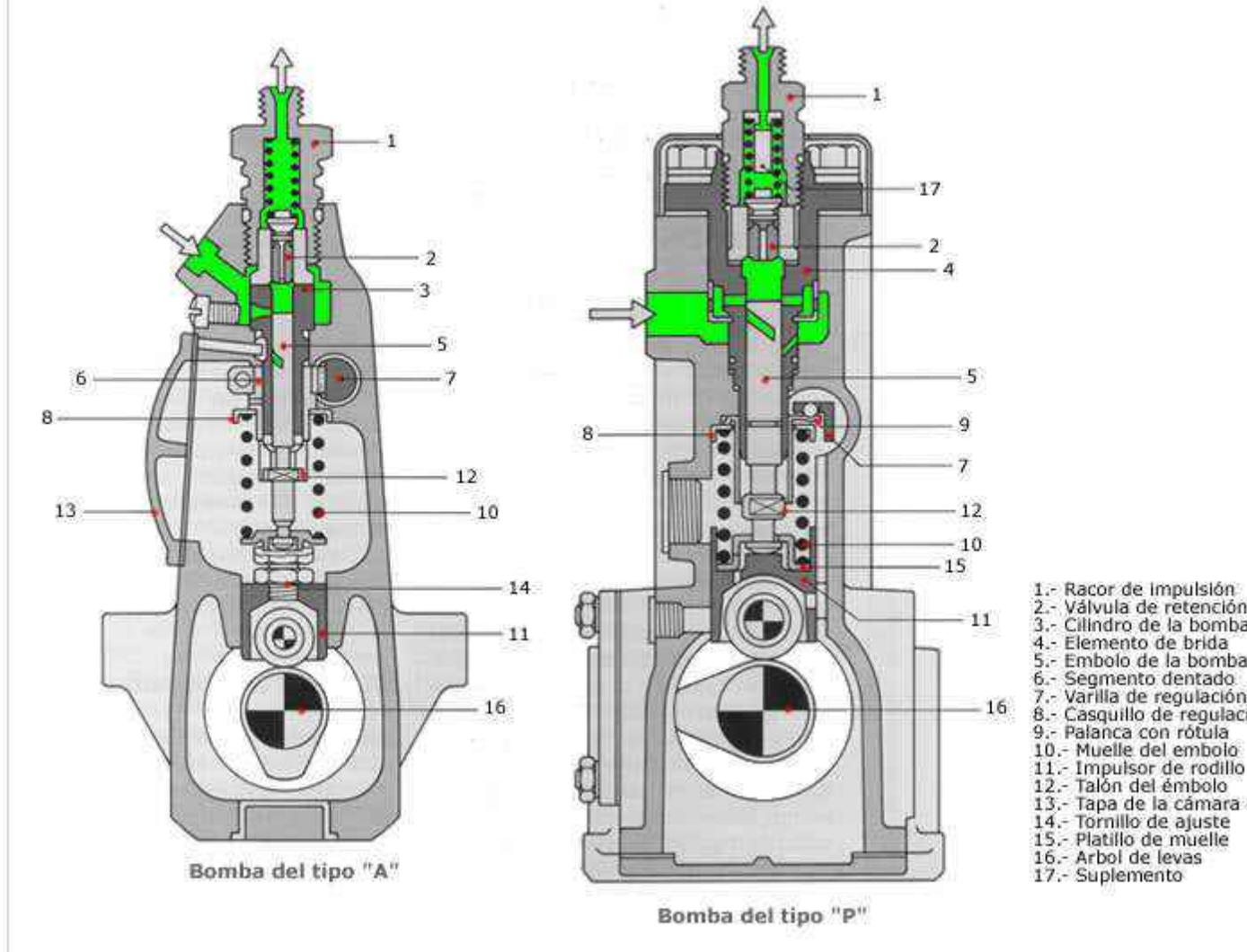
Aplicaciones de las bombas de inyección en línea

Estas bombas se pueden utilizar en motores con potencias que van desde 10 kW/cil, hasta 200 kW/cil, esto es posible gracias a la extensa gama de modelos de bombas de inyección en línea. Estas bombas se utilizan sobre todo en motores Diesel instalados en camiones y autobuses. Pero también se utiliza en turismos, tractores y maquinas agrícolas, así como en la maquinaria de construcción, por ejemplo: en excavadoras, niveladoras y dumpers.

Otro campo de aplicación de las bombas de inyección en línea es en los motores navales y en grupos electrógenos.

Bosch es el principal constructor de bombas de inyección en línea y las denomina: **PE**. Existen bombas de distintos tamaños que se adaptan a la potencia del motor que van alimentar. Los tipos de bombas se reúnen en series cuyos rendimientos se solapan en los máximos y mínimos. Dentro de las bombas de inyección en línea PE existen dos construcciones distintas. Por un lado tenemos las denominadas "M" y "A" y por el otro las "MW" y "P".

Diferencias constructivas en los esquemas de la bombas en línea



Constitución

La bomba de inyección en línea a carrera constante, cuya sección se encuentra en la figura inferior, en la que se puede ver que dispone de un cárter o cuerpo, de aleación de aluminio-silicio, que aloja en su parte inferior o cárter inferior (C), al árbol de levas (A), que tiene tantas levas como cilindros el motor. En un lateral del cárter inferior de bomba, se fija la bomba de alimentación (B), que recibe movimiento del mismo árbol de levas de la bomba de inyección, por medio de una excéntrica labrada en el. Cada una de las levas acciona un empujador o taqué (D), que, por medio de un rodillo, se aplica contra la leva, obligado por el muelle (E). El empujador (D), a su vez da movimiento al embolo (F), que se desliza en el interior del cilindro (G), que comunica por medio de unos orificios laterales llamados lumbreras, con la canalización (H), a la que llega el gasoleo procedente de la bomba de alimentación. Además del movimiento de subida y bajada del pistón, este puede girar un cierto ángulo sobre su eje vertical, ya que la parte inferior tiene un saliente (I), que encaja con el manguito cilíndrico (J), que a su vez rodea el cilindro (G) y que, en su parte superior, lleva adosada la corona dentada (K), que engrana con la barra cremallera (L). El movimiento de esta barra cremallera hace girar a la corona dentada, quien comunica su giro al pistón, por medio del manguito cilíndrico (J) y el saliente (I) de la parte superior del pistón. La parte superior del cilindro, esta cerrada por la válvula (M), llamada de retención o reaspiración, que

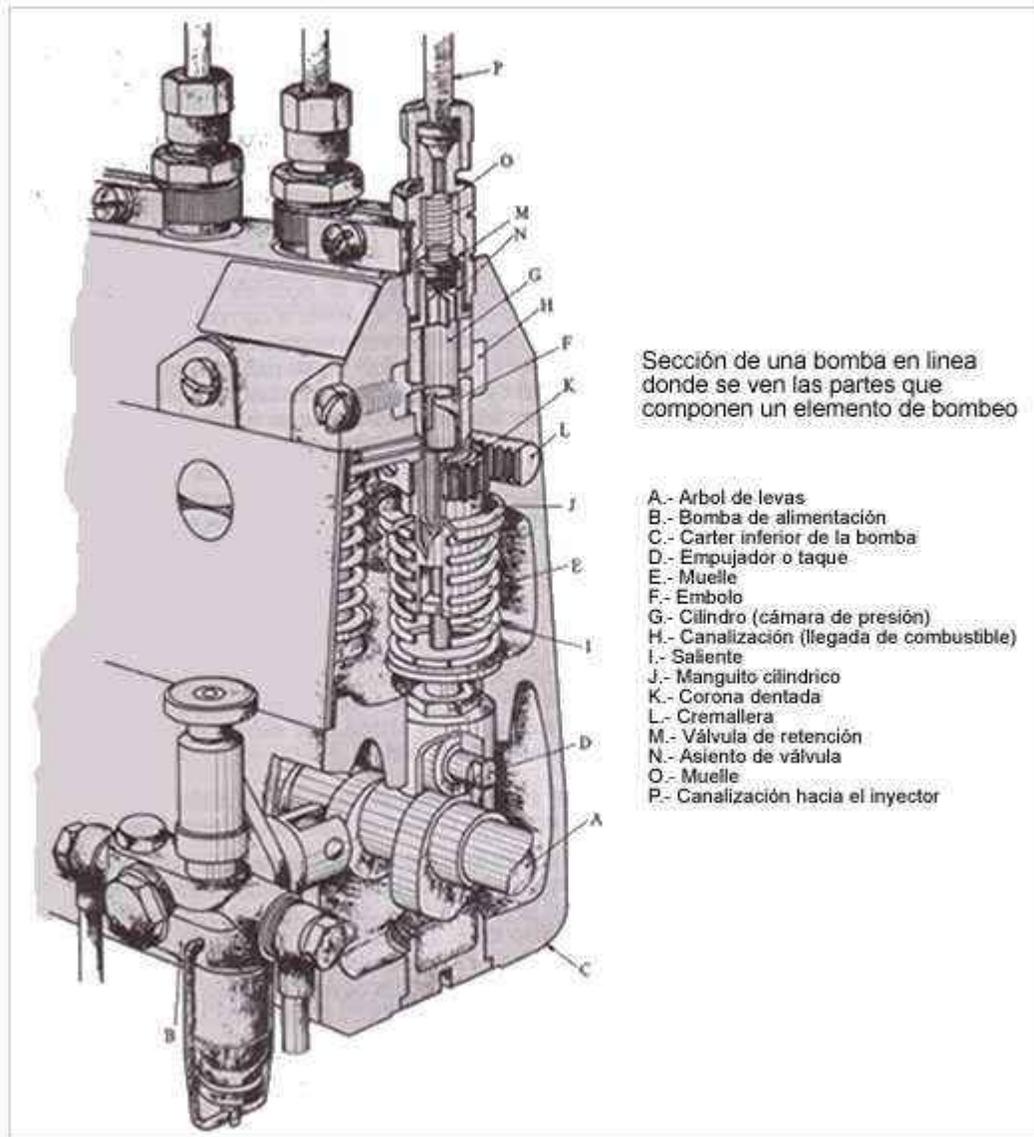
Motores de Combustión Interna I. Guía 6

se mantiene aplicada contra su asiento (N), por la acción del muelle (O).

Cuando la leva presenta su saliente al empujador (D), este, a su vez, acciona el pistón (F), haciéndole subir, con lo cual, quedan tapadas las lumbreras del cilindro (G) que lo comunican con la canalización (H), a la que llega el combustible. En estas condiciones, el gasoleo encerrado en el cilindro, es comprimido por el pistón, alcanzándose una determinada presión en el cilindro, que provoca la apertura de la válvula (M), venciendo la acción del muelle (O), en cuyo momento sale por ella el gasoleo hacia el inyector del cilindro correspondiente, a través de la canalización (P).

Cuando ha pasado el saliente de la leva, el impulsor (D) baja por la acción del muelle, haciendo bajar a su vez el émbolo (F), que vuelve a ocupar la posición representada en la figura, permitiendo el llenado del cilindro con nuevo combustible, a través de sus aberturas laterales. La válvula (M), mientras tanto, ha bajado cortando la comunicación del cilindro y la válvula (M) es empujada por el muelle.

Como puede verse la carrera del pistón es constante.

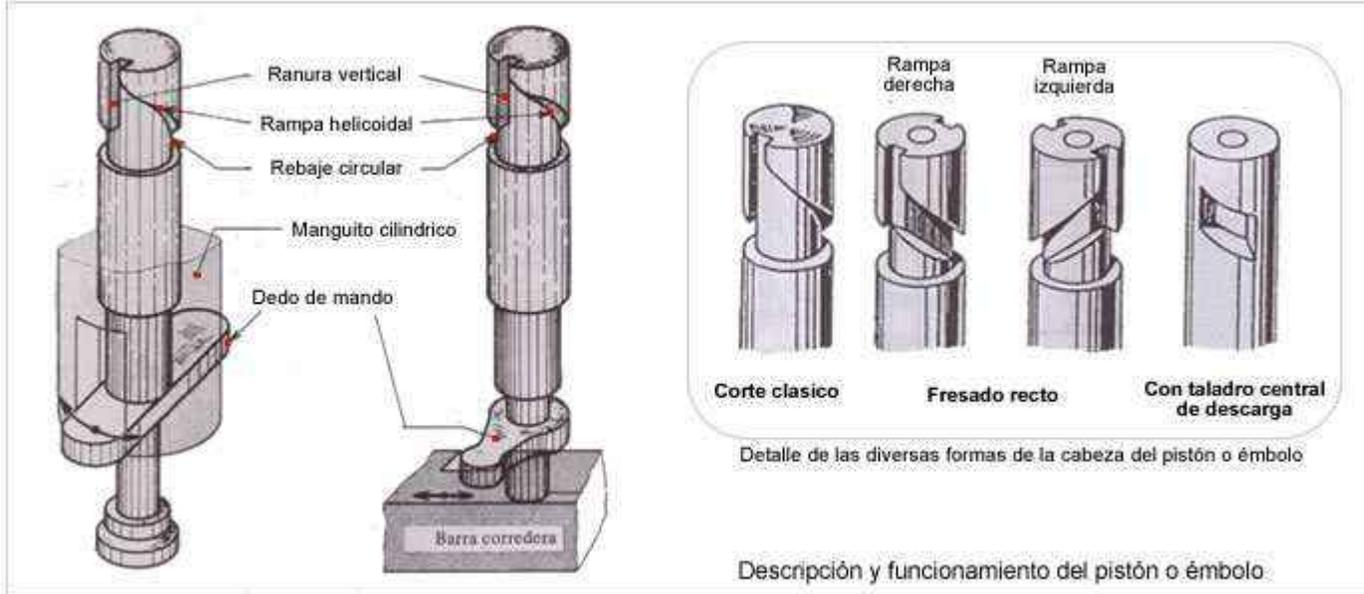


La bomba de inyección tiene tantos elementos de bombeo como cilindros el motor. Cada elemento de bombeo, esta constituido por un cilindro y un pistón. Cada cilindro, a su vez, esta en comunicación con la tubería de admisión, por medio de las lumbreras y con el conducto de salida por el inyector, por medio de una válvula que es mantenida sobre su asiento por medio de un muelle tarado.

Motores de Combustión Interna I. Guía 6

El pistón se ajusta en el cilindro con una precisión del orden de varias micras y tiene una forma peculiar que estudiaremos a continuación. En su parte inferior el pistón tiene un rebaje circular que comunica con la cara superior del pistón, por medio de una rampa helicoidal y una ranura vertical. En la parte inferior, el pistón lleva un dedo de mando o saliente (1- figura superior), que encaja en la escotadura de un manguito cilíndrico, sobre el que se fija la corona dentada, que engrana con la cremallera. El movimiento de la cremallera, puede hacer girar el pistón un cierto ángulo sobre su eje vertical.

En ciertos tipos de bombas, la cremallera es reemplazada por una barra corredera, que lleva unas escotaduras en las que encaja el dedo de mando que forma el pistón en su parte inferior

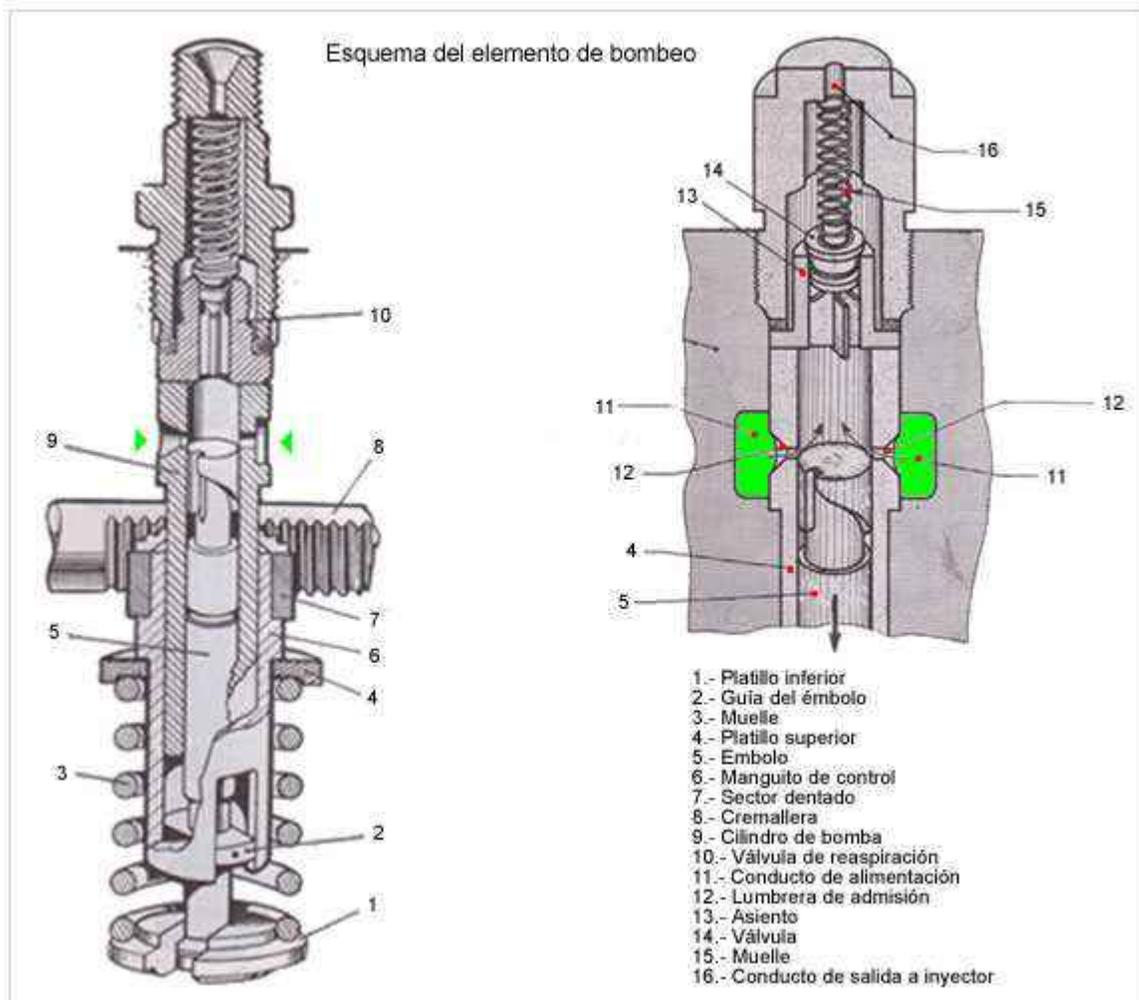


Funcionamiento

El pistón está animado de un movimiento de sube y baja en el interior del cilindro. El descenso está mandado por el muelle (3) figura inferior, que entra en acción cuando el saliente de la leva en su giro deja de actuar sobre el pistón (5). La subida del pistón se produce cuando la leva en su giro actúa levantando el pistón venciendo el empuje del muelle.

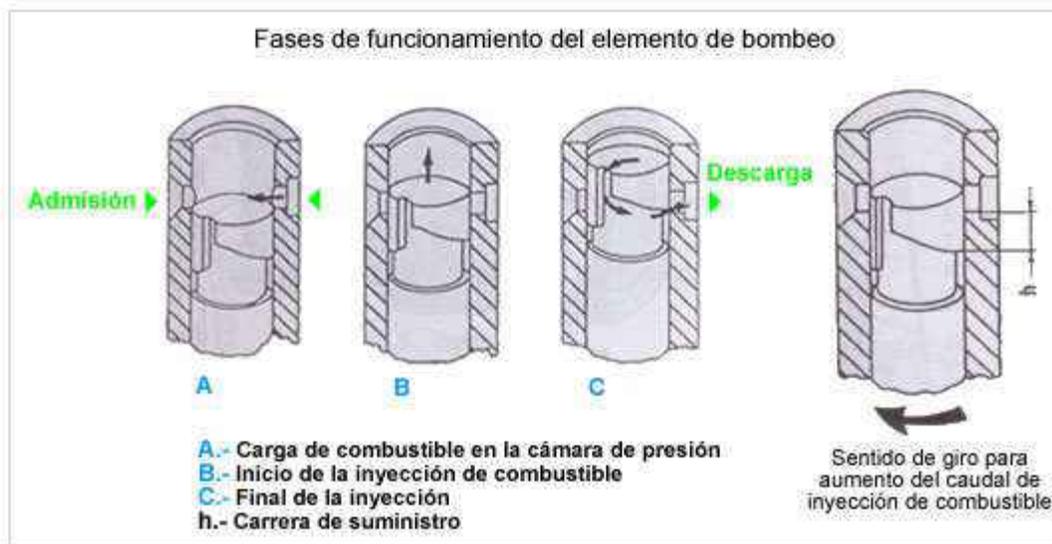
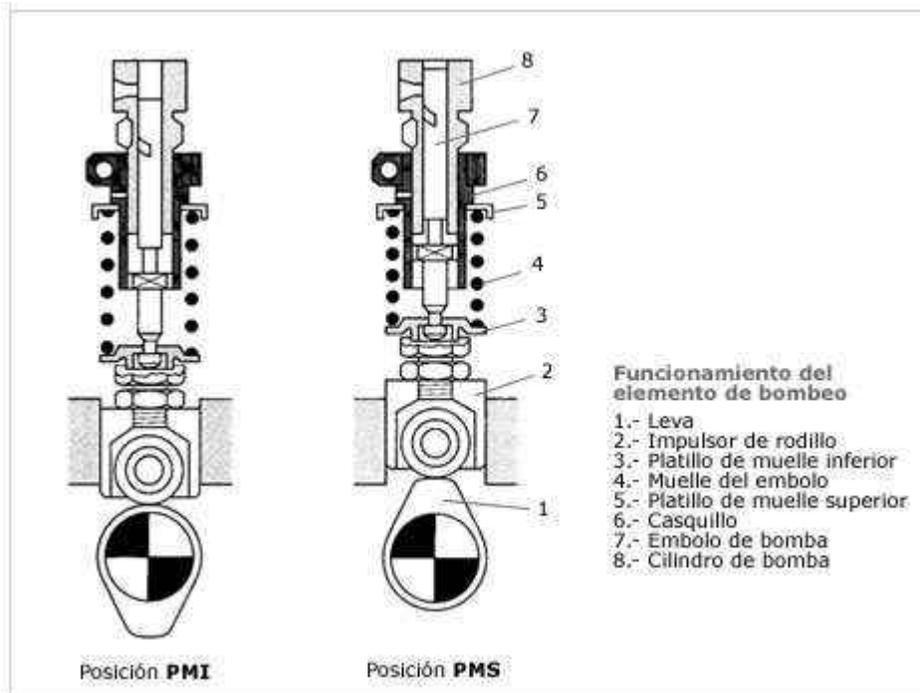
Cuando el pistón desciende en el cilindro crea una depresión que permite la entrada de gasoleo cuando el pistón ha destapado las lumbreras correspondientes (12). Debido a la presión reinante en el conducto de alimentación (11), provocada por la bomba de alimentación, el cilindro se llena totalmente de gasoleo.

La subida del pistón, produce la inyección del combustible. Al comienzo de esta subida, las lumbreras no están tapadas y por ello, el gasoleo es devuelto en parte hacia el conducto de alimentación (11).



Si la ranura vertical del pistón, esta situada frente a la lumbrera de admisión, el interior del cilindro comunica con el conducto de alimentación, por lo que, aunque suba el pistón, no se comprime el combustible en el cilindro y, por lo tanto, no hay inyección. Esta posición del pistón, corresponde al suministro nulo de la bomba de inyección.

Si la ranura vertical no esta frente a la lumbrera de admisión (12), entonces se produce la inyección. El comienzo de está, se produce siempre en el mismo instante o, mejor dicho, para la misma posición del pistón, pues a medida que va subiendo, la presión aumenta en el interior del cilindro. Cuando el valor de esta presión es superior a la fuerza que ejerce el muelle de la válvula (de reaspiración), esta se abre venciendo la fuerza de su muelle, con lo cual, el combustible pasa al circuito de inyección comprendido entre el elemento bomba y el inyector. En tanto el combustible no salga por el inyector, la presión en todo el circuito ira aumentando a medida que el pistón vaya subiendo. En el momento que esta presión es superior a la del tarado del inyector, este permite el paso del combustibles al cilindro del motor, comenzando en este momento la inyección, cuyo final depende de la posición de la rampa helicoidal, pues, llegado el pistón a cierta altura, pone en comunicación el cilindro con el conducto de alimentación, con lo cual, desciende bruscamente la presión en el interior del cilindro.



Formas de las levas

La leva tienen la función de accionar el émbolo, la forma de la leva influye sobre la duración de la inyección, el rendimiento de la bomba y la velocidad de la alimentación. Los criterios decisivos al respecto que ha de cumplir la leva de la bomba de inyección son la carrera de leva y la velocidad de levantamiento (velocidad de émbolo) con relación al ángulo de leva.

Para propiciar un rápido corte de inyección se aprovecha la zona central de la leva, donde la velocidad de levantamiento es grande. La inyección termina antes de que dicha velocidad de levantamiento alcance su máximo valor. Esto es necesario para que la compresión superficial entre el impulsor de rodillo y la leva no sobrepase un valor determinado. Por esta razón, en cada proceso de inyección se respeta una distancia de seguridad de 0,3 mm.

Para la aplicación practica existen diversas formas de levas. Esto es necesario, ya que las diferentes formas de las cámaras de combustión del motor y los distintos métodos de combustión exigen condiciones de inyección individuales. Por este motivo se realiza un ajuste especial del proceso de inyección por parte de la leva a cada tipo de motor. Partiendo de formas de levas standard pueden

construirse levas de forma divergente, a fin de conseguir una inyección óptima y una presión máxima. Se utilizan formas de levas simétricas, asimétricas y con seguro contra retroceso. Estas últimas hacen que el motor no pueda arrancar en el sentido de giro contrario. La forma de leva a aplicar depende del tipo de la bomba, del diseño del motor y de su campo de aplicaciones.



Las diferencias de presiones que se originan entre la parte superior de la válvula de reaspiración y la parte inferior, obligan a esta a cerrarse, ayudada al mismo tiempo por la acción de su muelle, impidiendo así que el combustible situado en el circuito de inyección pudiera retornar a la bomba. Aunque la compresión del pistón cesa, no ocurre lo mismo con la inyección, que continúa breves momentos debido a la presión reinante en el circuito de inyección, que continúa breves momentos debido a la presión reinante en el circuito de inyección. Esta presión desciende a medida que disminuye la cantidad de combustible que hay en el circuito y que continúa entrando al cilindro. Llegado un momento determinado, la presión es menor que la del tarado del inyector, en cuyo caso cesa la inyección de forma violenta.

El pistón de la bomba sigue subiendo hasta el PMS pero ya sin comprimir el combustible este se escapa por la rampa helicoidal al circuito de combustible por las lumbreras de admisión.

Válvula de presión (también llamada de reaspiración en algunos casos)

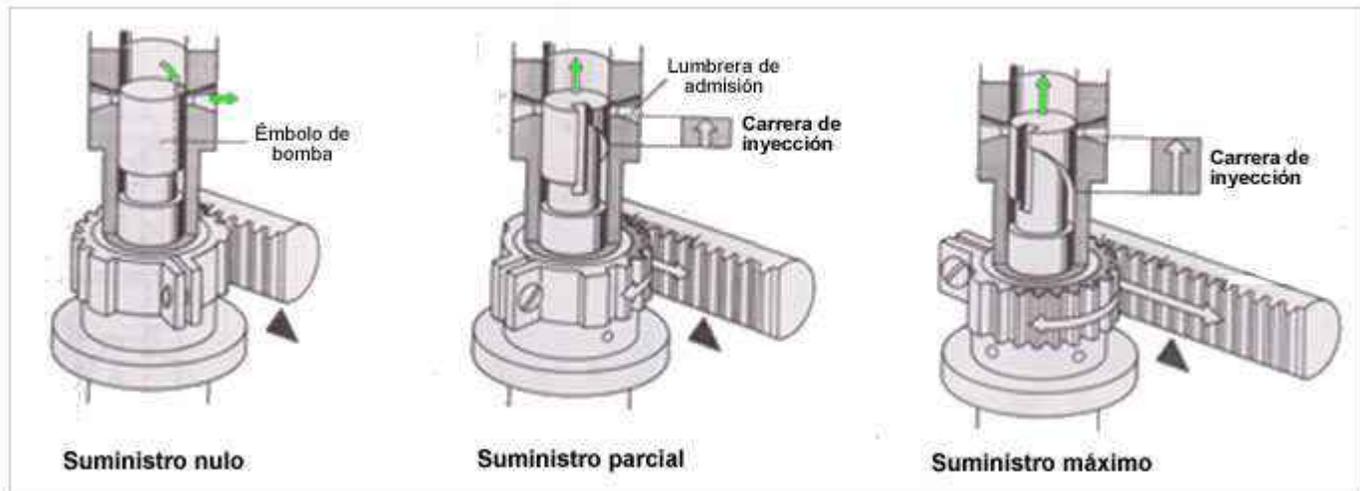
Esta válvula aísla la tubería que conecta la bomba con el inyector de la propia bomba de inyección. La misión de esta válvula es descargar la tubería de inyección tras concluir la fase de alimentación de la bomba, extrayendo un volumen exactamente definido de la tubería para por una parte mantener la presión en la tubería (así la próxima inyección se realice sin retardo alguno), y por otra parte debe asegurar, igualmente, la caída brusca de la presión del combustible en los conductos para obtener el cierre inmediato del inyector, evitando así cualquier mínima salida de combustible, unida al rebote de la aguja sobre su asiento.

Funcionamiento de la regulación del caudal de combustible

La cantidad de gasoleo inyectado, depende, por tanto, de la longitud de la carrera efectuada por el pistón, desde el cierre de la lumbrera de admisión, hasta la puesta en comunicación de esta con el cilindro, por medio de la rampa helicoidal.

Moviendo la cremallera en uno u otro sentido, pueden conseguirse carreras de inyección más o menos largas que corresponden:

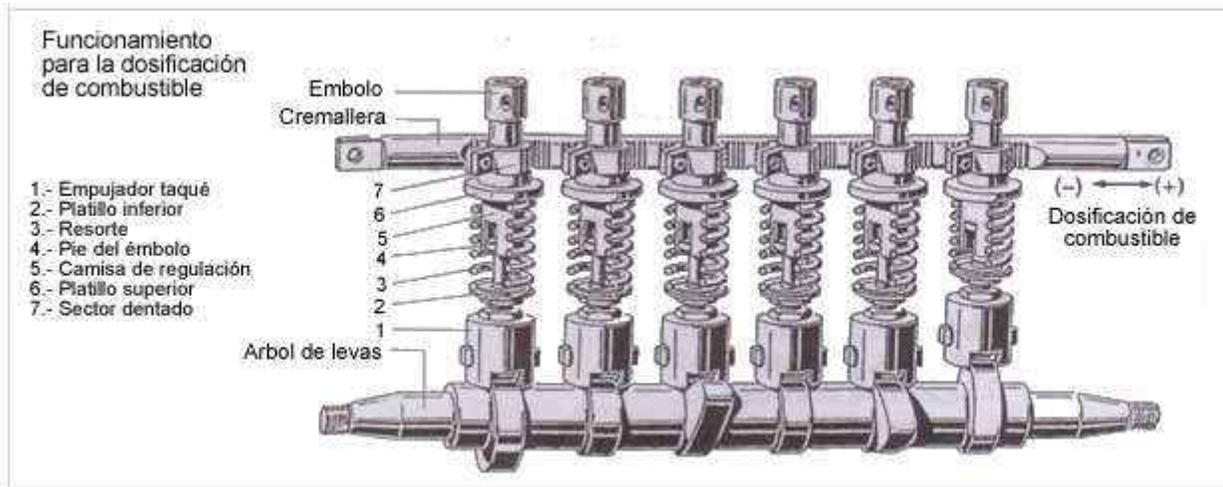
- Inyección nula
- Inyección parcial
- Inyección máxima



El cierre de la válvula de readmisión, debido a la acción conjunta de su muelle y de la presión existente en el conducto de salida, mantiene en esta canalización una cierta presión, llamada residual, que permite en el siguiente ciclo una subida de presión mas rápida y un funcionamiento mejor del inyector.

En el motor de gasolina, las variaciones de régimen y de potencia, se obtienen modificando la cantidad de mezcla (aire/gasolina) que entra en el cilindro. En el motor Diesel, estas variaciones se obtienen actuando únicamente sobre la cantidad de gasoleo inyectado en el cilindro, es decir, modificando la duración de la inyección.

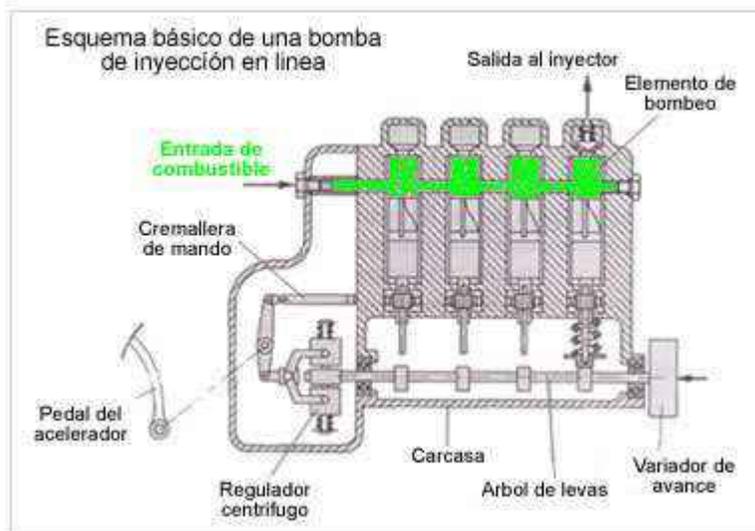
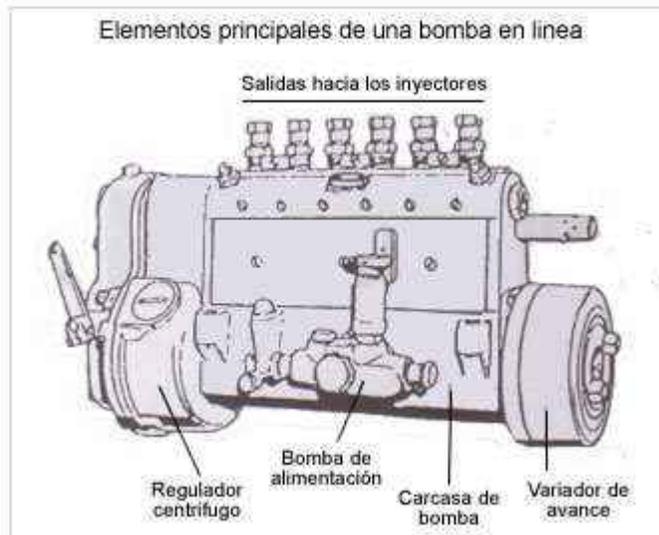
El fin de la inyección depende de la posición de la rampa helicoidal con respecto a la lumbrera de admisión. Esta posición puede ser modificada haciendo girar el pistón sobre su eje vertical, por medio de una cremallera que engrana sobre la corona dentada fijada sobre el casquillo cilíndrico, que a su vez mueve al pistón. La cremallera es movida por el pedal del acelerador, o automáticamente por medio de un regulador, y da movimiento simultáneamente a todos los elementos de inyección de la bomba.

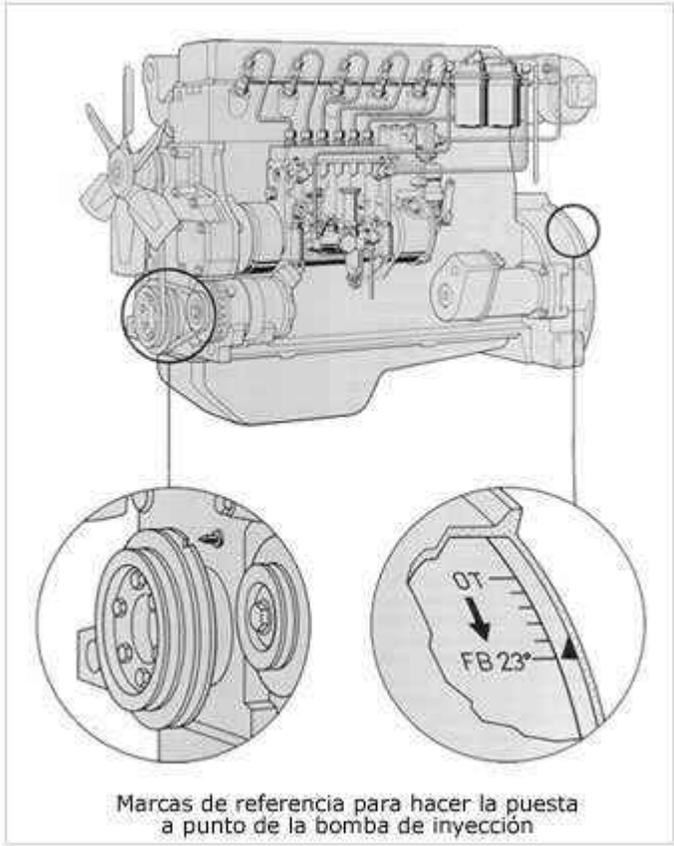


En un motor Diesel para provocar su paro debemos cortar el suministro de combustible que inyectamos en sus cilindros, para ello los motores dotados con bomba de inyección e línea llevan un dispositivo de mando accionado por un tirador y cable desde el tablero de mandos del vehículo, el cual hace desplazar a la cremallera hasta su posición de gasto nulo. Para la puesta en servicio de la bomba y el arranque del motor, basta pisar el pedal acelerador, con lo cual se anula el bloqueo del dispositivo de parada dejando a la cremallera en posición de funcionamiento de ralentí.

La bomba en línea además del "elemento de bombeo" necesita de otros elementos accesorios para su correcto funcionamiento, como son un [regulador de velocidad](#) que limite el número de revoluciones (tanto al ralentí como el número máximo de revoluciones, corte de inyección), y de un [variador de](#)

[avance a la inyección](#) que en función del numero de r.p.m. varia el momento de comienzo de la inyección de combustible en los cilindros del motor.





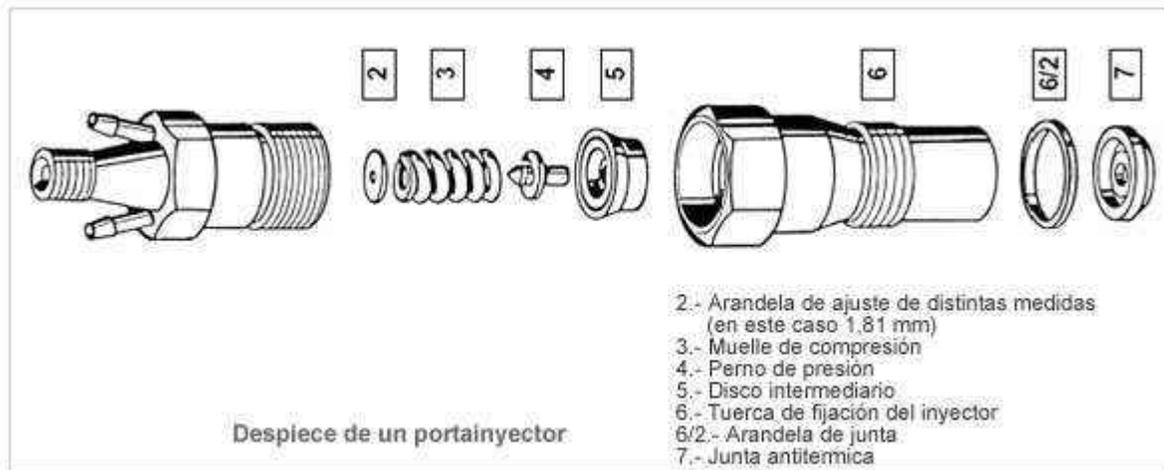
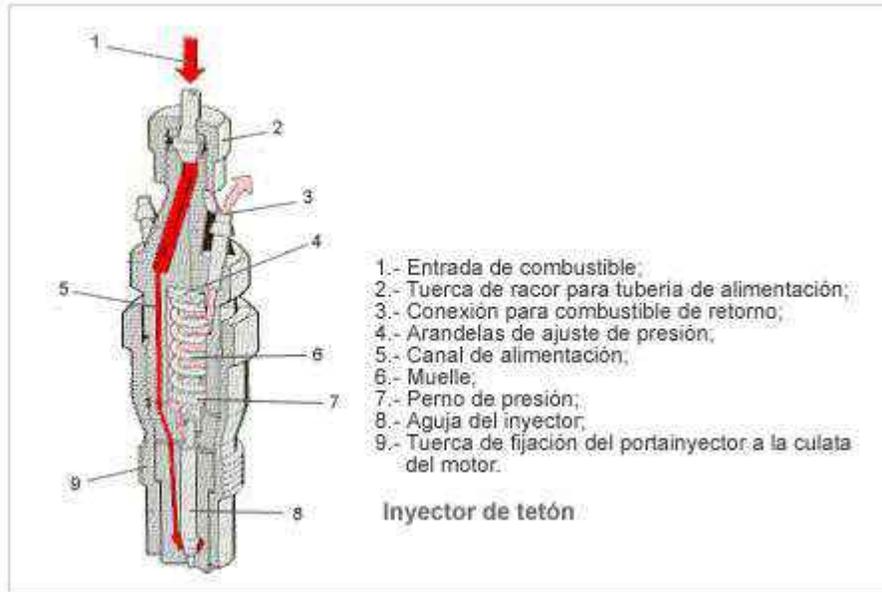
INYECTORES

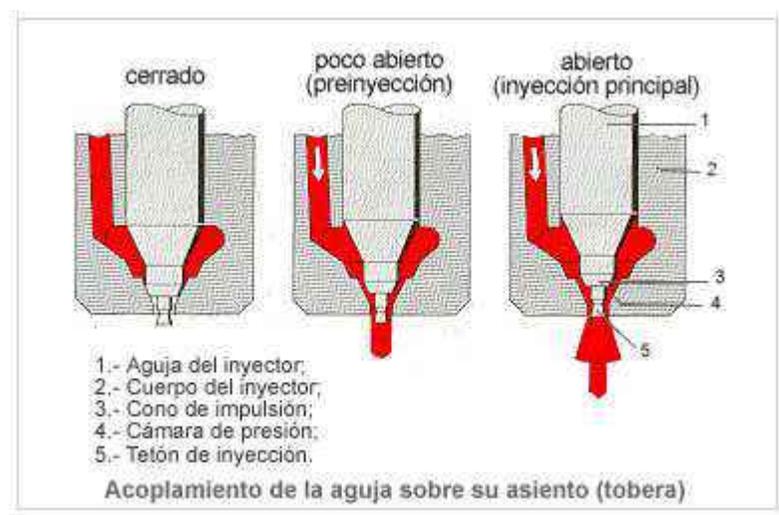


INYECTORES

Síntomas de mal funcionamiento

La comprobación de los inyectores se debe hacer cuando se detecte un funcionamiento deficiente de los mismos. Los síntomas de mal funcionamiento de los inyectores son: la emisión de humos negros por el escape, la falta de potencia del motor, calentamiento excesivo, aumento del consumo de combustible y ruido de golpeteo del motor. Puede localizarse el inyector defectuoso haciendo la prueba de desconectarle el conducto de llegada de combustible mientras el motor está en funcionamiento. En estas condiciones se observa si el humo del escape ya no es negro, se cesa el golpeteo, etc., en cuyo caso, el inyector que se ha desconectado es el defectuoso. Hay que tener en cuenta que si desconectamos un inyector el motor tiene que caer de vueltas, esto demuestra, que el inyector si que esta funcionando.





Verificación limpieza del inyector

Si sabemos que el inyector tiene algún tipo de problema en su funcionamiento, deberá procederse al desmontaje del mismo para verificar el estado de sus componentes y realizar la oportuna limpieza de los mismos, la cual se efectúa con varillas de latón con punta afilada y cepillos de alambre, también de latón. Con estos útiles se limpian las superficies externas e internas de la tobera y la aguja, para retirar las partículas de carbonilla depositadas en ellas, sin producir ralladuras que posteriormente dificultarían el funcionamiento.



Las incrustaciones fuertes en lugares poco accesibles, como el taladro de la tobera, pueden ablandarse sumergiéndola en agua mezclada con sosa cáustica y detergente. Posteriormente debe ser limpiada y secada, para sumergirla a continuación en gasoleo hasta el momento del montaje.

Comprobación

En lo que se refiere a la verificación de componentes, deberán inspeccionarse las caras de unión del soporte de la tobera y del portainyector. Si existen ralladuras, corrosión o deformaciones, deberán sustituirse. También se examinarán las superficies de acoplamiento de la aguja del inyector y la tobera. Un tono azulado de estas superficies indica que han funcionado a temperaturas excesivas, a las cuales, pueden producirse el destemplado del material, por cuya causa deben ser sustituidas ambas piezas.

El asiento de la aguja debe presentar un buen acabado mate en las zonas de contacto, sin escalón indicativo de desgaste excesivo. Si se encuentran ralladuras en estas zonas, deberán ser sustituidos estos componentes, teniendo en cuenta el ajuste entre la aguja y su tobera.

Se comprobará igualmente que la aguja se desliza fácilmente en el interior de la tobera, sin agarrotamiento ni holguras. Colocada la tobera en posición vertical (figura inferior), la aguja debe caer hasta el fondo del asiento por su propio peso. Apertándola ligeramente con la mano contra su asiento, al invertir la posición de la tobera, la aguja debe mantenerse sobre su asiento, si ambos están impregnados de gasoleo y, al golpearla ligeramente con los dedos, deberá caer libremente. En caso de que esto no ocurra, deberá efectuarse nuevamente la limpieza y desincrustación y, si esto no fuese suficiente, se sustituirá el conjunto.



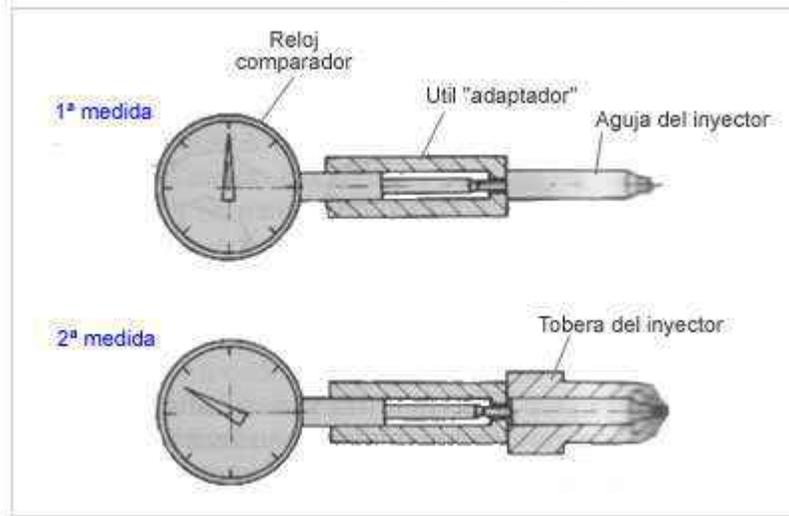
En el portainyector deberá comprobarse la varilla de empuje, que no debe estar deformada ni presentar señales de golpes o deformaciones, prestando especial atención a su estado de desgaste. También debe comprobarse el estado del muelle y el dispositivo de reglaje.

Finalizadas las operaciones de verificación y limpieza del inyector, deberá comprobarse la elevación de la aguja en su asiento, la cual está limitada en el funcionamiento durante la inyección, cuando el extremo superior de la aguja hace contacto con la superficie de acoplamiento del portainyector. La elevación de la aguja debe estar comprendida dentro de ciertos límites, si se quiere obtener una inyección eficaz y una duración razonable de la tobera, no será suficiente para permitir el paso de toda la carga de combustible sin restricciones, lo cual provoca un descenso considerable de la presión necesaria para que el combustible salga a través de los orificios de la tobera, con lo cual, empeora la penetración y la pulverización en la cámara de combustión. Por lo contrario, una elevación excesiva provoca un fuerte golpe de la aguja contra su asiento en el momento de cierre, que acorta considerablemente la duración de la tobera.

Mediciones

La verificación de la elevación de la aguja se realiza como se muestra en la figura inferior, con la ayuda de un reloj comparador sobre soporte. En una 1ª medida, se acopla el útil "adaptador" (zona rayada) al extremo posterior de la aguja y se coloca el reloj comparador sobre él, de manera que su palpador apoye contra el extremo de la aguja, efectuando la lectura en estas condiciones. Después se introduce la aguja en la tobera, apoyando esta última contra el adaptador y el palpador del reloj

comparador contra el extremo de la aguja, realizando nuevamente la lectura. La diferencia de estas dos medidas da como resultado el levantamiento de la aguja, que debe ser el estipulado por el fabricante. En caso contrario deberá sustituirse el conjunto de aguja y tobera.

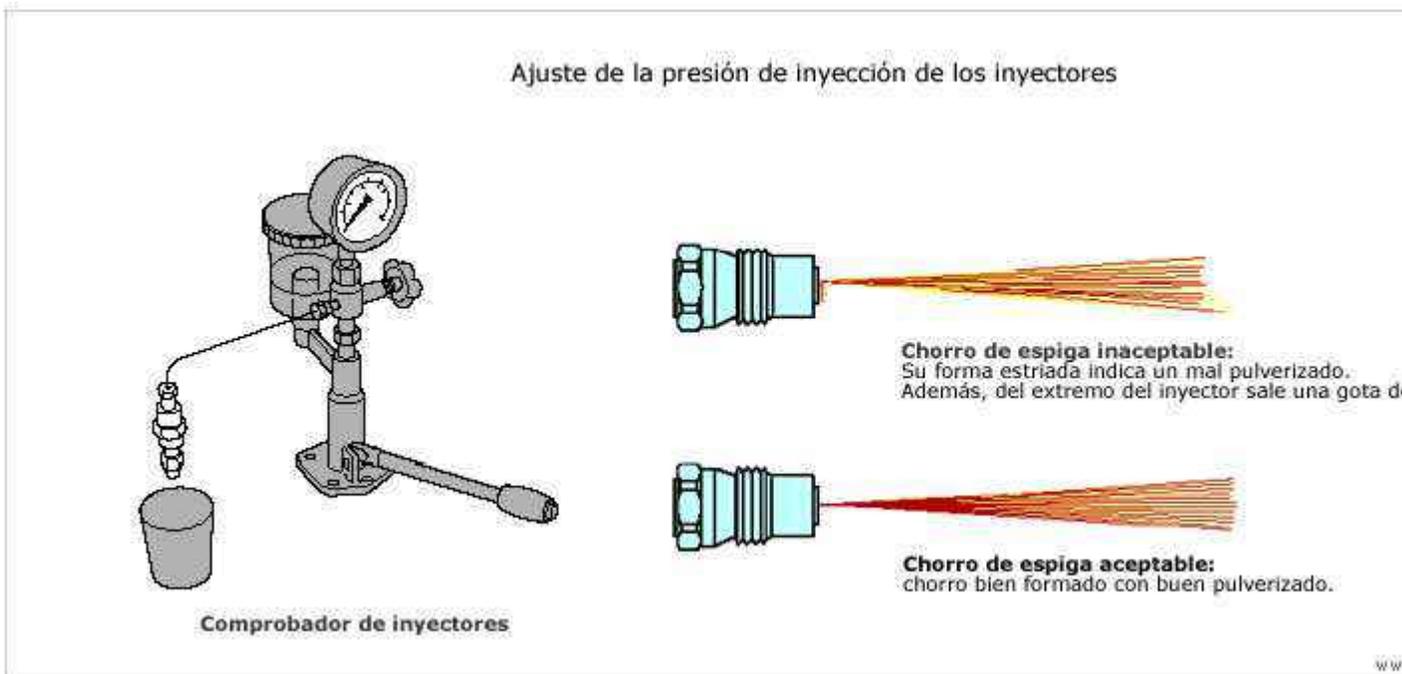


Pruebas

Si queremos comprobar el perfecto funcionamiento del inyector sin tener que desarmarlo, nos bastará con desmontarlo del motor y utilizar uno de los comprobadores que hay para esta función. La comprobación del funcionamiento consiste en determinar si el inicio de la inyección se produce a la presión estipulada y la pulverización obtenida es correcta. Para realizar estas verificaciones se dispone de un comprobador, en el que se sitúa el inyector en un acoplamiento adecuado, conectando al mismo un tubería de alta presión que le hace llegar combustible desde una bomba manual, a una determinada presión, indicada por un manómetro. La prueba del inyector se efectúa en varias fases, que son las siguientes:

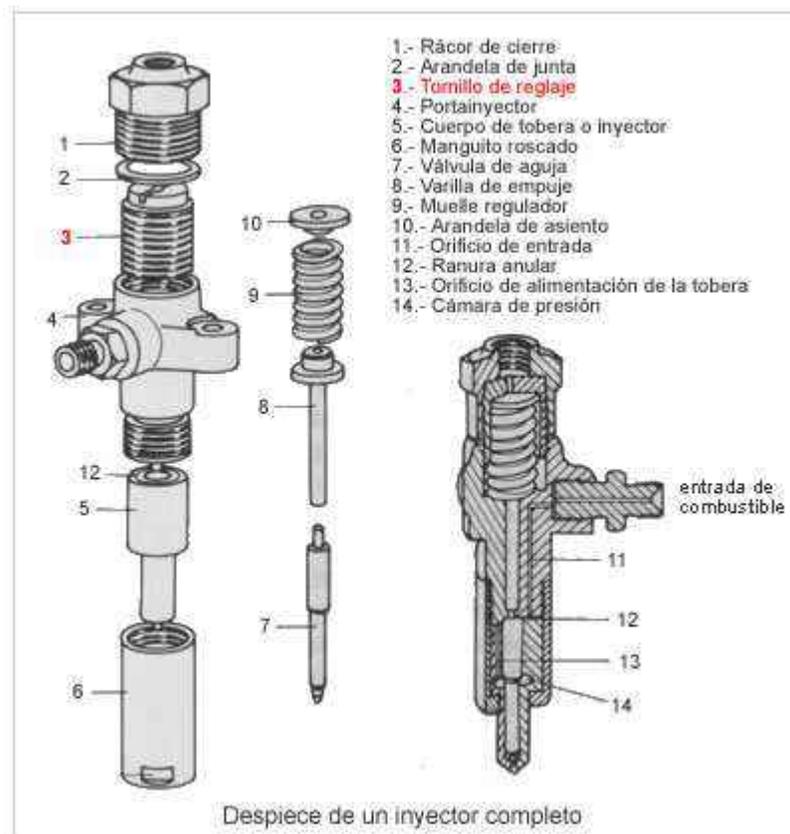
- **Verificación de la pulverización**

Montado el inyector sobre el comprobador de manera que vierta el chorro sobre la cámara, o un recipiente, se accionara el la palanca de mando hasta conseguir la inyección de combustible en un chorro continuo. Accionando la palanca con una secuencia rápida, se observara el chorro de combustible vertido y la dispersión del mismo, que debe formar un cono incidiendo en la bandeja. Irregularidades en la forma o disposición del chorro implican el desmontaje del inyector y la limpieza del mismo con las herramientas apropiadas, cuidando de no rayar las superficies. Al tiempo que se realiza esta prueba, se analizara también el ruido que se produce en la inyección, cuyas características dan idea del estado del inyector. Para que el inyector pulverice correctamente el combustible, es preciso que su aguja oscile hacia atrás y hacia adelante a una frecuencia muy elevada en la fase de inyección. Esta vibración emiten un ruido muy suave, que puede percibirse accionando la bomba con una cadencia de uno o dos bombeos por segundo. Este zumbido desaparece cuando la cadencia es más rápida, siendo sustituido por un silbido que puede percibirse a partir de cuatro o seis bombeos por segundo. Hasta la aparición del silbido, la pulverización que se obtiene está a veces incorrectamente repartida o deshilachada. Cuando la cadencia de bombeo sea rápida, el chorro habrá de ser neto, finamente pulverizado y formado un cono perfectamente centrado en el eje de simetría del inyector.



- **Tarado de la presión**

Accionando la palanca de mando de la bomba con una cadencia aproximada de 60 emboladas por minuto, se observará la lectura máxima alcanzada en el manómetro, que corresponde a la presión de tarado del inyector, la cual debe ser la estipulada por el fabricante. Si la presión de apertura es superior a la prescrita, es síntoma de que la aguja del inyector está "pegada", o a una obstrucción parcial de la tobera, o bien a una precarga incorrecta del muelle de presión. Si la presión es inferior a la prescrita, lo cual suele suceder cuando el inyector ha funcionado más de 50.000 km, ello suele ser debido a falta de tensión del muelle de presión o rotura del mismo. En cualquier caso, deberá procederse al desmontaje y limpieza del inyector y al tarado del mismo a la presión correcta. Esta operación de tarado se realiza apretando o aflojando el tornillo de reglaje (3, de la figura inferior) o interponiendo calces calibrados (arandelas) entre el muelle y la carcasa, según los casos.



- **Goteo**

Accionando lentamente la palanca de mando de la bomba de mando de la bomba de manera que la presión se mantenga por debajo de la de tarado y próxima a este valor, se constatará que no existe goteo del inyector. Lo contrario indica un defecto de estanqueidad que implica el desmontaje y limpieza del inyector, principalmente la superficie cónica de asiento de la aguja. Si con esta operación no se corrige el goteo, deberá sustituirse la tobera.

- **Fuga de retorno**

Accionando la palanca de mando de la bomba del comprobador hasta obtener una presión en el inyector de aproximadamente 10 bar por debajo de la de tarado, se cerrará la válvula de paso de combustible de que esta provisto el comprobador. En estas condiciones, debe observarse un descenso lento de la aguja del reloj comparador, que indica el nivel de fuga de retorno. Generalmente se considera correcto un inyector, en cuando a nivel de fuga de retorno, si la presión se mantiene por encima de 50 bar mas de seis segundos, partiendo de una presión de 100 bar.

La fuga de retorno indica la cantidad de combustible que sale entre la varilla de la válvula de aguja y el cuerpo de la tobera, hacia el retorno. Esta fuga debe existir en una cierta proporción, para lubricar estos componentes. Si es pequeña, indica una escasa holgura entre la aguja y la tobera. Si la fuga es excesiva, indica mayor holgura de la necesaria y deberá sustituirse o repararse la tobera.

Equipo

- Bombas de Inyección Lineal y Rotativa (Diesel).
- Inyectores Mecánicos.
- Equipo de Pruebas de Inyectores
- Juego de llaves mixtas en mm y pulg. por si se dispone de inyectores para ajustar.
- Motor Diesel Completo para identificar ubicaciones de bomba e inyectores.

Procedimiento

- Identificar operación o funcionamiento de la bomba diesel.
- Identificar funcionamiento de un inyector.
- Realizar pruebas de funcionamiento de bujías incandescentes.
- Realizar mediciones de presión para determinar estado de inyectores.
- Analizar abanico de inyección diesel en inyector a prueba.

Análisis de resultados

- Identifique el circuito eléctrico de las bujías incandescentes.
- Resultados de presión de prueba en inyectores.
- Resultados del tipo de inyección de inyectores de prueba
- Resultados del ángulo o abanico de inyección del inyector de prueba.

Investigación Complementaria

- Investigar sobre las tolerancias del fabricante del inyector que se utilizó para realizar esta practica: Resultado de la calidad de la inyección de combustible diesel
- Investigar sobre equipo de laboratorio que se utiliza para realizar pruebas en bombas de inyección.

Bibliografía

- Sitios en Internet.
- Manual del Automóvil CHILTON. Motores a gasolina y Diesel
Editorial: OCÉANO / CENTRUM Edición: Dolo Gispert 1995 - 1999
Reimpresión 2004

Guía 4: **Bombas de Inyección Diesel e Inyectores.**

Alumno:

Motor No:

Docente:

GL:

Fecha:

EVALUACION					
	%	1-4	5-7	8-10	Nota
CONOCIMIENTO	20%	Conocimiento deficiente de los fundamentos teóricos	Conocimiento y explicación incompleta de los fundamentos teóricos	Conocimiento completo y explicación clara de los fundamentos teóricos	
APLICACIÓN DEL CONOCIMIENTO	15%	Aplicación deficiente de la simbología	Aplicación incompleta de la simbología	Aplicación excelente de la simbología	
	15%	Uso deficiente de los accesorios solicitados	Uso incompleto de los accesorios solicitados	Uso excelente de los accesorios solicitados	
	15%	Aplicación deficiente de las normas de seguridad	Aplicación incompleta de las normas de seguridad	Aplicación excelente de las normas de seguridad	
	15%	Resultados de la práctica son deficientes	Resultados de la práctica son buenos	Resultados de la práctica son excelentes	
ACTITUD	10%	No tiene actitud proactiva.	Actitud propositiva y con propuestas no aplicables al contenido de la guía.	Tiene actitud proactiva y sus propuestas son concretas.	
	10%	Demuestra pocos valores profesionales	Demuestra regulares valores profesionales	Demuestra buenos valores profesionales	
TOTAL	100%				